

ارائه الگوی ارزیابی و استقرار RCM در سازمان

حسن احمدی عقیده‌مند^{۱*}، حسن جهانشاهی^۲، کاظم حکمت^۳

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۲/۶

چکیده

از RCM^۴ (نت مبتنی بر قابلیت اطمینان) به‌عنوان بزرگ‌ترین تغییر در دنیای نگهداری و تعمیرات نام برده می‌شود. امروزه استفاده از RCM به‌عنوان یک پیش‌نیاز برای ارتقاء میزان اثربخشی برنامه‌های نت مطرح بوده و بر همین اساس گرایش سازمان‌ها به این رویکرد بسیار افزایش یافته است. اما در کنار تمامی نکات مثبت RCM چه چیزی باعث شده که فرآیند اجرای این روش در صنایع مختلف با مشکلات زیادی هنگام طراحی و پیاده‌سازی مواجه شود؟ مثال‌های متعددی از مواردی که پیشنهادات آنالیزهای RCM هرگز به اجرا در نیامده است، وجود دارد. در صنایع مختلف نمونه‌های شکست خورده‌ای از RCM وجود دارد که برخی از آنها مربوط به وجود مشکل در قسمت فنی و برخی مربوط به وجود مشکل در ساختار سازمانی و مباحث مدیریتی است. در این مقاله به مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در موفقیت اجرای RCM پرداخته می‌شود و پس از آنکه نتایج بررسی‌ها و مطالعات از اجرای فرآیند RCM در چندین سازمان و شرکت در قالب راهکارهای کلی موفقیت و برطرف نمودن موانع مهم اشاره شد، آنگاه الگویی جهت ارزیابی و استقرار RCM ارائه می‌شود که در واقع به بیان نقاط ضعف و قوت سازمان پیش از پیاده‌سازی RCM نیز می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات (نت)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)

۱- مقدمه

امر به نوبه خود منجر به توسعه بیشتر روش‌های نگهداری و تعمیرات در سال‌های اخیر شده است.

در رویارویی با تحولات اعجاب‌انگیز و تغییرات علمی، تکنولوژی و سازمانی، مدیران در همه جای دنیا به دنبال رویکردی جدید برای نت هستند. آنها به دنبال یافتن پارادایمی هستند که به راحتی دست‌خوش تحولات روزمره نگردد و از یک ثبات و پایداری نسبی نیز برخوردار باشد. مدیران خواستار یک ساختار و چارچوبی استراتژیک هستند که توانایی تلفیق پیشرفت‌های جدید را در الگویی واحد دارا باشد و آنها را قادر به ارزیابی محسوس این تکنیک‌ها و انتخاب روش‌هایی مفید و ارزشمند نماید. نت مبتنی بر قابلیت اطمینان و یا در اصطلاح علمی RCM می‌تواند تعاملی منطقی بین تعمیرکاران، بهره‌برداران، مدیران، مهندسين و اصولاً هرکسی که به نوعی دست‌اندرکار امر تولید کالای مرغوب می‌باشد ایجاد نماید. این روش نه تنها قادر به ایجاد محیطی امن برای تولید است، بلکه می‌تواند شرایطی امن را در هنگام راه‌اندازی واحدهای تولیدی جدید ایجاد نماید. لذا از این جهت می‌تواند سرآمد روش‌های دیگر نت قرار گیرد. RCM برای افزایش و بهبود دانسته‌ها و انگیزش‌های فردی و همچنین بهبود فعالیت‌های تیمی کارکنان فنی، بهره‌بردارها و کارکنان نت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۱].

نت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) فرآیندی است برای تعیین نیازمندی‌های نت هر دارایی فیزیکی در یک زمینه عملیاتی، به عبارتی فرآیندی است که تعیین می‌کند

در طول سالیان بسیاری، در اکثر سازمان‌ها و شرکت‌ها، تمامی تمرکز مدیریت بر فعالیت‌های تولیدی انجام شده و به موضوع نگهداری و تعمیرات (نت) به چشم یک سربار و مزاحم نگریسته شده است. این نگرش، باعث شده که فعالیت‌های نت نادیده گرفته شود، اما در سال‌های اخیر، سیاست‌های سازمانی و نیازمندی‌های کسب و کار باعث شده تا مدیران توجه بیشتری به نگهداری و تعمیرات پیدا کنند، یکی از دلایل اصلی این توجه آن است که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در سازمان‌ها به یکی از هزینه‌های اصلی تبدیل شده است.

امروزه با توسعه روش‌های نوین نگهداری و تعمیرات در صنایع کوچک و بزرگ، مدیران و دست‌اندرکاران امر تولید استقبال بسیار بیشتری به این روش‌ها نشان می‌دهند و این

^{۱*} دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، دانشکده مهندسی صنایع، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیکی: ahmadi1500@gmail.com نشانی: تهران: خیابان ستارخان، خیابان اکبریان آذر، پلاک ۸، واحد ۶

^۲ - استادیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، پست‌الکترونیکی: hasanjahanshahi@gmail.com

^۳ - عضو هیأت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، پست‌الکترونیکی: hekmat37@gmail.com

4- Reliability Centered Maintenance

چه کارهایی باید انجام شود تا این اطمینان حاصل گردد که یک ماشین وظایف خود را به درستی انجام خواهد داد [۱].

۲- بیان مسئله

از RCM به عنوان بزرگترین تغییر در دنیای نگهداری و تعمیرات نام برده می‌شود. امروزه استفاده از RCM به عنوان یک پیش نیاز برای ارتقاء میزان اثربخشی برنامه‌های نت مطرح بوده و بر همین اساس گرایش سازمان‌ها به این رویکرد بسیار افزایش یافته است. اما در کنار تمامی نکات مثبت RCM چه چیزی باعث شده که فرآیند اجرای این روش در صنایع مختلف با مشکلات زیادی هنگام طراحی و پیاده‌سازی مواجه شود؟ مثال‌های متعددی از مواردی که پیشنهادات آنالیزهای RCM هرگز به اجرا در نیامده است، وجود دارد. در صنایع مختلف نمونه‌های شکست خورده‌ای از RCM وجود دارد که برخی از آنها مربوط به وجود مشکل در قسمت فنی و برخی مربوط به وجود مشکل در ساختار سازمانی و مباحث مدیریتی است.

شروع RCM در مقیاس کلی کاری پیچیده و طاقت‌فرساست. با توجه به اینکه RCM تغییرات گسترده‌ای در سازمان ایجاد می‌کند در راه شروع RCM موانع متعددی وجود دارد. بعضی شرکت‌ها در تطبیق RCM به واسطه هزینه‌های اولیه بالای آن دچار مشکل شده‌اند و موجب شده است تا پروژه RCM پشتیبانی خود در قسمت‌های مدیریتی را از دست بدهد. همچنین عدم تخمین هزینه‌های اولیه و یا عدم ارزیابی میزان بازگشت سرمایه می‌تواند منجر به وجود آمدن مخالفت در سطوح مدیریتی شرکت گردد. بسیاری از شرکت‌هایی که از دهه ۱۹۹۰ به بعد به اجرای RCM پرداختند مواردی همچون طولانی بودن زمان اجرای این روش و هزینه گروه‌های کاری اولیه در پروژه را به عنوان چالش‌های پیش‌رو برشمرده و برخی نیز از ادامه کار منصرف گردیدند، این گزارش‌ها باعث شد تا بسیاری از صنایع استقبال خوبی از این روش نداشته باشند. با توجه به اهمیت نگهداری و تعمیرات در عصر حاضر و خصوصاً نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان، تلاشی که در این تحقیق جهت دستیابی به موفقیت در فرآیند RCM شده است، می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات برنامه‌ریزی و اجرای RCM شود.

۳- پیشینه تحقیق

روش RCM ابتدا در صنایع هوایی آمریکا برای نگهداری و تعمیرات هواپیماهای بوئینگ ۷۴۷ در سال ۱۹۶۸ تعریف گردید. پس از آن طی سال‌های بعد این روش به عنوان یک استاندارد در صنایع هوایی آمریکا مطرح شد. پس از اجرای موفقیت‌آمیز

RCM در صنایع هوایی آمریکا، وزارت دفاع آمریکا مطالعات را برای کاربردهای RCM در صنایع نظامی آغاز نمود. نتایج این مطالعات حاکی از وجود مشخصات متعدد و جذاب برای کاربرد مستقیم RCM در این صنایع بود. در سال ۱۹۷۵ وزارت دفاع آمریکا دیدگاه RCM را به عنوان پایه و استاندارد برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات معرفی نمود. با اجرای این طرح در صنایع نظامی، نتایج موفقیت‌آمیز و چشمگیری در افزایش قابلیت دسترسی و کاهش هزینه‌ها به دست آمد [۲].

در اوایل دهه ۱۹۸۰ مطالعات کاربرد RCM در صنایع هسته‌ای آغاز شد. سؤال اساسی در این مطالعات این بود که آیا این روش موفقیت‌آمیز در مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع هوایی و نظامی، برای صنایع هسته‌ای نیز مفید خواهد بود؟ تحقیقات امکان‌سنجی توسط مؤسسه تحقیقات انرژی الکتریکی در چند سایت منتخب هسته‌ای به مدت دو سال انجام شده و نتایج بسیار امیدبخشی به دست آمد. با اجرای این روش در سیستم‌های مختلف این سایت‌ها، کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی در نفر ساعت برای انجام تعمیرات، هزینه‌های مواد و از کارافتادگی‌های اضطراری مشاهده شد. هم‌اکنون بیش از ۴۰۰ نیروگاه هسته‌ای در دنیا از این روش استفاده می‌کنند [۳].

در طی این سال‌ها کاربرد RCM در صنایع دیگر و کشورهای مختلف گسترش یافت. از جمله صنایع دیگر بهره‌مند از این روش می‌توان صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع تولید فلزات، صنایع شیمیایی، نیروگاه‌ها و معادن و بسیاری از صنایع دیگر را نام برد. این روش هم‌اکنون به عنوان استاندارد برای نگهداری و تعمیرات با عنوان IEC 60300 1999 مطرح می‌باشد [۲].

روش RCM توسط ساندتروف و راسوند^۱ [۴]، نولان^۲ و هیپ^۳ [۵]، وموبری^۴ [۶] تکامل پیدا نمود و کاربرد آن از صنعت هواپیمایی فراتر رفت. RCM تاکنون در صنایع نیروگاهی و هسته‌ای، صنایع تولیدی، پالایشگاهی و حمل و نقل به کار گرفته شده است.

در راه آهن انگلیس اجرای برنامه RCM و مهندسی قابلیت اطمینان از سال ۱۹۷۵ آغاز و توسعه آن تا به حال ادامه پیدا کرده است.

هدف از اجرای این برنامه در راه آهن انگلیس بالابردن قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی^۵، قابلیت تعمیرپذیری^۶ و ایمنی ماشین‌آلات بوده است [۷].

1 - Sandtorv & Rausand
2 - Nowlan
3 - Heap
4 - Moubray
5 - Availability
6 - Maintainability

اما در داخل کشور نیز با توجه به توسعه برنامه‌های نگهداری و تعمیرات شاهد تحقیقاتی در زمینه RCM بوده‌ایم که برخی از آنها به مشکلات پیش از پیاده‌سازی و همچنین زمینه‌های آماده‌سازی جهت استقرار RCM پرداخته‌اند که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۸]:

مقایسه استانداردهای نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، مکان‌یابی اجزاء سیستم‌ها بر مبنای نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان، بررسی تطبیقی میان دانش‌های RCM و TPM در نگهداری و تعمیرات، نتایج اجرایی RCM در صنایع سیمان کشور، اجرای نگهداری و تعمیرات (نت) مبتنی بر قابلیت اطمینان بر اساس رویکرد شش سیگما، مراحل گام به گام در اجرای برنامه RCM، بررسی راهکارهای استقرار سیستم RCM در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی [۳].

۴- نکات پیش از پیاده‌سازی RCM در یک سازمان

به‌دنبال پیدایش روش تحلیل RCM در دهه هفتاد میلادی در صنایع هواپیمایی آمریکا و پس از اینکه توانمندی این روش مورد پذیرش عمومی قرار گرفت، سایر بخش‌های صنعت (نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، صنایع فولاد و ...) نیز از این روش برای طراحی برنامه نگهداری و تعمیرات در سازمان‌های خود استقبال کردند. نکته مهمی که قبل از پرداختن به تجربه عملی در به‌کارگیری RCM در صنایع ایران می‌بایست مد نظر قرار گیرد، توجه به شرایطی است که این الگو در آن ایجاد شده است. نکته اینجاست که ایجاد این الگو در صنعت هواپیمایی آمریکا پس از سال‌ها تلاش تئوری و عملی در حیطه نت پیشگیرانه (با رویکرد زمان-محور و یا همان نت بر اساس زمان) و اثبات ناکارآمدی این نوع از نگهداری و تعمیرات (هم از لحاظ فنی و هم از لحاظ اقتصادی) در صورت استفاده تک بعدی از آن حاصل شد.

با بررسی و مطالعه چندین سازمان مختلف که در زمینه اجرای فرآیند RCM فعالیت کرده‌اند و تجربه مطالعه و پیاده‌سازی این فرآیند را در سازمان خود دارند، می‌توان نتایج مطالعات و تحقیقات را به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود [۹ و ۱۰]:

الف) بسیاری از سازمان‌ها در مراحل اجرای این روش دچار مشکل شده‌اند و هنگام پیاده‌سازی آن به‌علت‌های مختلفی که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد، با سختی‌ها و دشواری‌های زیادی برخورد کرده‌اند.

ب) به‌کارگیری و پیاده‌سازی این روش قدرتمند در نت مستلزم داشتن دانش کافی و مطالعات وسیعی از کارخانه یا سازمان و همچنین مطالعات تئوری در زمینه RCM می‌باشد.

ج) پیش از پیاده‌سازی RCM در یک سازمان باید مقدمه‌ای اجرای چنین روشی در آن سازمان فراهم شود. مقدمه‌ای که شاید از خود فرآیند RCM مهم‌تر باشد، چرا که علت شکست بسیاری از طرح‌های RCM در سازمان‌های مختلف نبودن چنین مقدمه‌ای است.

جهت جلوگیری از مشکلات فوق در یک سازمان، در این مقاله الگویی جهت ارزیابی میزان آمادگی یک سازمان در استقرار RCM ارائه می‌شود. پیروی از این الگو سبب می‌شود که یک سازمان پیش از آنکه تصمیم به اجرای RCM بگیرد میزان توانایی سازمان خود را در این مورد سنجیده و در فرایند اجرای آن دچار مشکلات پیش‌بینی نشده نگردد.

۵- مدل پیشنهادی جهت ارزیابی سازمان در استقرار RCM

با توجه به مطالعات انجام شده، جهت استقرار RCM در سازمان پیش نیازهایی لازم است که می‌توان آنها را به دو دسته عوامل ضروری و عوامل ایجاد موفقیت تقسیم‌بندی نمود.

۵-۱- عوامل ضروری و پیش‌نیازهای لازم جهت اجرای RCM

الف) احساس نیاز به برنامه نگهداری و تعمیرات ارتقاء یافته در سازمان

برنامه RCM یک برنامه بلند مدت و با هزینه‌های اولیه بالاست، لذا یکی از شرایط موفقیت در استقرار RCM این است که مدیریت نیاز به چنین برنامه‌ای را در سازمان خود احساس کرده باشد. بدیهی است پیشنهاد RCM به سازمانی که اجرای آن را لازم نمی‌داند، RCM را در طول مراحل آن دچار مشکل می‌نماید. تجربه اجرای RCM نشان می‌دهد که بسیاری از سازمان‌ها، RCM یا سایر روش‌های نگهداری و تعمیرات را به‌خاطر اسم و رسم آنها و نتایج درخشانی که سایر شرکت‌ها از آنها گرفته‌اند می‌پذیرند و یا اجرای آن را در سازمان خود پیشنهاد می‌کنند و با توجه به این که اجرای چنین روشی در سازمان مستلزم پیش‌نیازهایی است که مهم‌ترین آنها نیاز سازمان بدان‌ها و وجود بستر مناسب می‌باشد، در طول مراحل اجرای آن دچار مشکل می‌شوند.

ب) زمان کافی جهت اجرای RCM

اجرای فرآیند RCM زمان بر است و متناسب با نوع فعالیت سازمان می‌تواند متغیر باشد. هر چند در سازمان‌های مختلف استفاده از رویکردهای مختلفی جهت اجرای RCM پیشنهاد می‌شود اما ویژگی مشترک تمام این رویکردها این است که نیاز به زمان کافی جهت انجام پروژه دارند. به‌طور مثال تجزیه و تحلیل تمام تجهیزات در رویکرد فراگیر RCM ممکن است

لذا پیش از تصمیم‌گیری در مورد اجرای RCM در سازمان باید در مورد تأمین این منابع که شامل نیروی انسانی، اطلاعات مربوط به دستگاه‌های مورد استفاده در سازمان و تجهیزات مورد نیاز جهت انجام امور نت می‌باشد اطمینان حاصل نمود.

۵-۲- اجرای آزمایشی RCM در سازمان

از آنجا که RCM فرآیندی طولانی، زمان بر و پرهزینه می‌باشد و اجرای آن مستلزم به‌کارگیری حجم وسیعی از امکانات و پرسنل سازمان می‌باشد، لذا پیش از ورود به این مرحله می‌توان با اجرای محدود و آزمایشی RCM از مزایای زیر استفاده نمود:

الف) با اجرای یک یا دو پروژه مقدماتی می‌توان به سازمان امکان برخورداری از تجربیات دست اول در مورد دینامیک فرآیند RCM را داد و این که چه به‌دست می‌آید و برای به دست آوردن آنها چه منابعی لازم است. در نتیجه می‌توان در مورد انتخاب رویکرد اجرای RCM تصمیم‌گیری کرد و به تبع آن در مورد زمان، هزینه و منابع مورد نیاز جهت اجرای RCM در سازمان مورد نظر قضاوت و تصمیم‌گیری نمود [۱].

ب) آشنایی با تجهیزات مورد استفاده در سازمان مورد نظر و به‌کارگیری بهترین روش انتخاب تجهیزات بحرانی جهت آنالیز RCM. با اجرای آزمایشی RCM در سازمان می‌توان از ویژگی‌های قطعات و ماشین‌آلات مورد استفاده در سازمان آگاهی پیدا کرد و از بهینه‌ترین روش‌ها در مراحل مختلف اجرای RCM بهره جست. به عنوان مثال در تحلیل RCM هنگام انتخاب تجهیزاتی که اولویت انتخاب دارند از روش‌های مختلفی بسته به نوع تجهیزات در سازمان استفاده می‌شود. برخی از این روش‌ها عبارتند از: استفاده از "عدد احتمال/ریسک" یا PRN^۱، استفاده از آنالیز پارتو، استفاده از تحلیل سلسله مراتبی یا AHP^۲ و... حال می‌توان در این مرحله و پس از اجرای آزمایشی RCM در سازمان در مورد نحوه انتخاب بحرانی‌ترین تجهیزات اقدام نمود.

ج) سنجش میزان دانش پرسنل سازمان در حوزه‌های مختلف نگهداری و تعمیرات و تدوین برنامه‌ی مناسبی جهت آموزش پرسنل پیش از پیاده‌سازی

د) ارائه نتایج فعالیت‌های RCM در مقیاس کوچک‌تر و استفاده از این تجربه در کل سازمان
ه) شناسایی و جذب بهترین افراد مناسب جهت اجرای RCM

برای یک کارخانه بزرگ پنج تا ده سال به طول بیانجامد (سه تا چهار سال برای کارخانه‌های کوچک)، هرچند فواید و نتایج RCM در همان مراحل اولیه و در سال اول خود را نشان می‌دهد [۱]. بنابراین یکی دیگر از شروط اساسی موفقیت در اجرای RCM داشتن زمان کافی است.

با توسعه فرآیند RCM روش‌های دیگری که از آنالیز RCM الگو گرفته‌اند به‌وجود آمده است مانند PMO که در آن تحلیل RCM بر روی تجهیزاتی انجام می‌شود که هم اکنون در حالت بحرانی یا خرابی قرار دارند و اولویت را تحلیل بر روی آنها قرار می‌دهد و فرآیند یافتن شکست‌های پنهان را در مراحل بعدی دنبال می‌کند. ویژگی مهم این رویکرد و سایر رویکردهای دیگر RCM، کاهش زمان اجرای پروژه است.

مدت زمان لازم جهت پروژه‌ی RCM در سازمان‌های مختلف، متفاوت است. برای به‌دست آوردن زمان لازم می‌توان از روش‌های زیر کمک گرفت:

۱. تجربه شرکت‌های مشابه
۲. مطالعه بر روی سازمان‌های مورد نظر و اجرای یک یا دو پروژه مقدماتی و آزمایشی در سازمان (اجرای آزمایشی)

ج) تأمین هزینه

در شرکت‌هایی که سودهای قابل توجهی دارند، ممکن است به‌خاطر هزینه‌های اولیه بالای RCM آن را با تأخیر بپذیرند و یا اصلاً آن را نپذیرند. درک این هزینه‌ها می‌تواند موجب عقب‌نشینی مدیران از قبول پروژه شود. چندین نیروگاه هسته‌ای تصمیم به عدم اجرای RCM به‌خاطر هزینه‌های اولیه بالای آن گرفته‌اند و این مشکل برای شرکت‌هایی غیر از نیروگاه‌های هسته‌ای نیز می‌تواند مسئله قابل توجهی باشد [۱۰]. در صورت نبود امکان تأمین هزینه جهت اجرای RCM به‌صورت کامل، راهکاری که می‌توان پیشنهاد کرد، استفاده از سایر رویکردهای RCM است که با توجه به هزینه‌های کمتر از آنها استفاده شود. جهت تخمین هزینه مورد نیاز جهت اجرای پروژه RCM می‌توان از اجرای آزمایشی RCM در سازمان و در سطح بسیار محدودتری استفاده کرد.

د) تأمین منابع

شرط بعدی که جهت اجرای RCM در سازمان باید بدان توجه نمود تأمین سایر منابع مورد نیاز جهت اجرای مراحل مختلف آنالیزهای RCM می‌باشد. به‌عنوان مثال جهت شروع مراحل اجرای RCM یکی از گام‌های ابتدایی تشکیل گروه‌های کاری است، این گروه‌ها جهت بررسی الزامات نگهداری و تعمیرات تجهیزات تشکیل می‌شوند و شامل حداقل یک فرد از واحد نت و یک فرد از واحد عملیات می‌باشد.

1- Risk Priority Number

2- Analytical Hierarchy Process

جهت ارزیابی سازمان مورد مطالعه پیش از پیاده‌سازی روش RCM بود که با پیروی از این روش نقاط قوت و ضعف سازمان شناخته شده و با شناخت درستی که از وضعیت سازمان به دست می‌آوریم به نتایج بسیار بهتری از فرآیند اجرای RCM خواهیم رسید. نحوه اجرای آزمایشی RCM در مدل ارائه شده می‌تواند به‌عنوان یکی از محدودیت‌های این تحقیق باشد.

منابع

- [۱] موبری، جان، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان، ترجمه علی زواشکیانی، رضا آزادگان، چاپ اول، تهران، انتشارات آریانا قلم، پاییز ۱۳۸۹.
- [2] Bulmer, L. C., "Design for the future", Design, Reliability, and Maintenance for Railways Imenche Seminar, 6, London, 1996.
- [۳] افراسیابی، هادی، بررسی راهکارهای استقرار سیستم RCM در صنایع گاز، نفت و پتروشیمی، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، ۱۳۸۵.
- [4] Sandtrov, H. and Rausand, M., "RCM-closing the loop between Design Reliability and Operational Reliability, Maintenance", publisher springer, 1991, pp.13-21.
- [5] Nowlan, F. S. and Heap, H., "Reliability Centred Maintenance", National Technical Information Service, Springfield, 1978, pp.26-35.
- [6] Moubray, J., "Reliability Centred Maintenance", Butterworth-Heinemann, Institute of Industrial Engineers, 1991.
- [7] Walley, D. M., "Development of reliability engineering on Britain's railways", Design, Reliability, and Maintenance for Railways Imenche Seminar, London, 1996, pp. 3.
- [۸] مقالات پذیرفته شده جهت ارائه در همایش RCM، تهران، شهریور ۱۳۸۸.
- [9] Anthony M. Smith, Glenn R. Hicholiffe, RCM Gateway to world Glass Maintenance, Elsevier, 2004, ISBN 0-7506-7461-X
- [۱۰] شاکری، م، "بررسی استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیرات" دانشگاه فردوسی مشهد، سال ۱۳۸۷.
- [۱۱] فردآر دیوید، مدیریت استراتژیک، ترجمه دکتر علی پارسائیان و دکتر سید محمد اعرابی، چاپ هشتم، صفحه ۲۶۵.

۲. دسترسی به اطلاعات دستگاه‌ها و دفترچه‌های راهنمای ماشین‌آلات
۳. وجود سیستم CMMS در سازمان یا وجود داده‌های مناسب نگهداری و تعمیرات
۴. انجام مطالعات و یا کارهایی که به RCM کمک می‌کند مانند:
- ✓ سابقه مطالعات مربوط به حالات و اثرات شکست قطعات و ماشین‌آلات سازمان
 - ✓ سابقه اجرای نت پیشگیرانه در سازمان
 - ✓ مطالعات انجام گرفته جهت از بین بردن مشکلات نت موجود
 - ✓ اجرای آنالیزهای مربوط به ارتباط عمر دستگاه و خرابی آن
 - ✓ تدوین استانداردهای مربوط به کارکرد ماشین‌آلات موجود در سازمان مانند استانداردهای ISO در به‌کارگیری ماشین‌آلات و همچنین نگهداری و تعمیرات
 - ۵. امکان تغییر در طراحی تجهیزات
 - ۶. تعهد و الزام پرسنل در انجام امور محوله

با شناسایی هر یک از عوامل چالش برانگیز، همچنین عوامل ایجاد موفقیت در اجرای برنامه RCM در سازمان مورد نظر می‌توان تا حد زیادی به موفقیت در اجرای پروژه RCM امیدوار بود. در واقع هر یک از عوامل فوق به نحو بسیار تأثیرگذاری می‌تواند روند اجرای پروژه RCM را تحت تأثیر خود قرار دهد. البته می‌توان نتایج حاصل از این بررسی‌ها را در قالب ماتریس ارزیابی عوامل بیان کرد و میزان آمادگی سازمان را در غالب اعداد و ارقام نشان داد [۱۱].

۶- نتیجه‌گیری

در این تحقیق ابتدا به معرفی روش RCM به‌عنوان یکی از کارآمدترین و جدیدترین روش‌های نت پرداختیم. مهم‌ترین شاخص متمایز کننده این روش با دیگر روش‌های نت به خصوص نت بهره‌ور فراگیر (TPM) توجه ویژه این روش به قابلیت اطمینان و تلاش جهت بالا بردن آن در ماشین‌آلات و قطعات مورد استفاده در سازمان یا شرکت می‌باشد. با مطالعه شرکت‌هایی که در خارج از کشور به مقوله نت پرداختند به این نتیجه رسیدیم که شرکت‌های بسیاری در روند اجرا و پیاده‌سازی نت مبتنی بر قابلیت اطمینان در مراحل اولیه دچار مشکل شده‌اند و از ادامه کار منصرف شده‌اند. روشی که در این تحقیق برای حل این مشکل پیشنهاد شد ارائه الگویی